

Practitioner's Docket No.: 789-078

SAH
#6
6.30.03
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the application of: Nobuhide KATO and Takeya Miyashita

Filed: ~~Concurrently Herewith~~

3-602

1783

Tung

For: GAS SENSOR AND METHOD OF HEATING THE SAME

1c971 U.S. PTO
10/092389
03/06/02

Box Patent Application
Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 CFR 1.10 addressed to Box Patent Application, Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231 on March 6, 2002 under "EXPRESS MAIL" mailing label number EL872579285US.

Elizabeth A. VanAntwerp
Elizabeth A. VanAntwerp

CLAIM FOR PRIORITY

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 USC 119 is hereby claimed:

| <u>Country</u> | <u>Application Number</u> | <u>Filing Date</u> |
|----------------|---------------------------|--------------------|
| Japan | 2001-066,719 | March 9, 2001 |

In support of this claim, a certified copy of the Japanese Application is enclosed herewith.

Respectfully submitted,

Kevin C. Brown

Kevin C. Brown
Reg. No. 32,402

March 6, 2002
Date

KCB/eav

BURR & BROWN
P.O. Box 7068
Syracuse, NY 13261-7068

Customer No.: 025191
Telephone: (315) 233-8300
Facsimile: (315) 233-8320

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

Jc971 U.S. PTO
10/092389
03/06/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月 9日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-066719

出 願 人

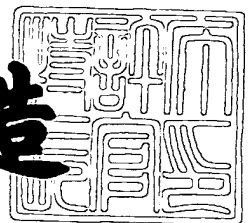
Applicant(s):

日本碍子株式会社

2001年12月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3112344

【書類名】 特許願

【整理番号】 PCK15741GA

【提出日】 平成13年 3月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 27/407
G01N 27/419

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式
会社内

【氏名】 加藤 伸秀

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式
会社内

【氏名】 宮下 武也

【特許出願人】

【識別番号】 000004064

【氏名又は名称】 日本碍子株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077665

【弁理士】

【氏名又は名称】 千葉 剛宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100077805

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐藤 辰彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001834

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9724024

【ブルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】

ガスセンサの加熱方法及びガスセンサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

セラミックスの基体にヒータが埋設され、前記ヒータを制御しながら昇温するガスセンサの加熱方法において、

昇温速度は、低温領域では速く、高温領域では遅くすることを特徴とするガスセンサの加熱方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載のガスセンサの加熱方法において、

前記昇温速度は、 600°C 以上では遅くすることを特徴とするガスセンサの加熱方法。

【請求項 3】

請求項 1 記載のガスセンサの加熱方法において、

前記昇温速度は、 600°C 以上では $40^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ 以下とすることを特徴とするガスセンサの加熱方法。

【請求項 4】

請求項 1 記載のガスセンサの加熱方法において、

前記昇温速度は、 500°C 以下では速くすることを特徴とするガスセンサの加熱方法。

【請求項 5】

請求項 1 記載のガスセンサの加熱方法において、

前記昇温速度は、 500°C 以下では $20^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ よりも速く、かつ $100^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ 以下とすることを特徴とするガスセンサの加熱方法。

【請求項 6】

請求項 1 記載のガスセンサの加熱方法において、

昇温過程での時間に対するヒータ電圧の変化を指数曲線に合わせて前記ヒータに印加することを特徴とするガスセンサの加熱方法。

【請求項 7】

請求項 1 記載のガスセンサの加熱方法において、

前記ヒータにおける発熱部の抵抗を検出、制御しながら昇温を行うことを特徴とするガスセンサの加熱方法。

【請求項 8】

セラミックスの基体にヒータが埋設されたガスセンサにおいて、

前記ヒータの発熱部における抵抗値を検出する抵抗検出手段と、

前記発熱部の抵抗値の単位時間当たりの増加率を制御するヒータ制御手段とを有することを特徴とするガスセンサ。

【請求項 9】

請求項 8 記載のガスセンサにおいて、

前記抵抗検出手段は、前記発熱部の抵抗を検出するための検出リードを少なくとも 1 本有することを特徴とするガスセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、セラミックスの基体にヒータが埋設されたガスセンサの加熱方法及びガスセンサに関し、例えば、車両の排気ガスや大気中に含まれる NO 、 NO_2 、 SO_2 、 CO_2 、 H_2O 等の酸化物や、 CO 、 C_nH_m 等の可燃ガスを測定するガスセンサの加熱方法及びガスセンサに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、被測定ガス中の所望のガス成分の濃度を知るために、各種の測定方式や装置が提案されている。

【0003】

例えば、燃焼ガス等の被測定ガス中の NO_x を測定する方法としては、 Rh の NO_x 還元性を利用し、ジルコニア等の酸素イオン伝導性の固体電解質上に Pt 電極及び Rh 電極を形成してなるセンサを用いて、これら両電極間の起電力を測定するようにした手法が知られている。

【0004】

前記のようなセンサは、被測定ガスである燃焼ガス中に含まれる酸素濃度の変化によって起電力が大きく変化するばかりでなく、 NO_x の濃度変化に対して起電力変化が小さく、そのためにノイズの影響を受けやすいという問題がある。

【0005】

また、 NO_x の還元性を引き出すためには、 CO 等の還元ガスが必須になることから、一般に大量の NO_x が発生する燃料過少の燃焼条件下では、 CO の発生量が NO_x の発生量を下回るようになるため、そのような燃焼条件下に形成される燃焼ガスでは測定ができないという欠点があった。

【0006】

また、 Pt 電極と酸素イオン伝導性の固体電解質よりなる一組の電気化学的ポンプセルとセンサセル、及び Rh 電極と酸素イオン伝導性の固体電解質よりなるもう一組の電気化学的ポンプセルとセンサセルを組み合わせ、それぞれのポンプ電流値の差により、 NO_x を測定する方式が、特開昭63-38154号公報や特開昭64-39545号公報等の開示されている。

【0007】

更に、特開平1-277751号公報や特開平2-1543号公報等には、一対の電気化学的ポンプセルとセンサセルを二組用意し、一方の一組のポンプセルとセンサセルからなるセンサにて、 NO_x が還元されない酸素分圧下で限界ポンプ電流を測定すると共に、他方の一組のポンプセルとセンサセルからなるセンサにて、 NO_x が還元される酸素分圧下で限界ポンプ電流を測定し、それら限界ポンプ電流の差を求めたり、一組のポンプセルとセンサセルからなるセンサを用い、被測定ガス中の酸素分圧を NO_x が還元される酸素分圧と還元され得ない酸素分圧とに切り換えて、限界電流の差を測定する方法が提案されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、自動車のように排気ガスの温度が大きく変化する場合にあっては、ガスセンサにヒータを埋設し、排気ガスの温度変化になるべく左右されない環境下でガスセンサを動作させるようにしている。

【0009】

そして、ヒータの通電における制御方法、特に、昇温過程での制御方法は、①：PID制御、②：所定の電流値制御を設けて電圧を上昇させる、③：電圧を一定の割合で上昇させる、などの手法が採用されている。

【0010】

本発明は、上述したヒータの制御方法を改善し、より高精度で高信頼性のあるガスセンサの加熱方法とそれを適用したガスセンサを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明は、セラミックスの基体にヒータが埋設され、前記ヒータを制御しながら昇温するガスセンサの加熱方法において、昇温速度は、低温領域では速く、高温領域では遅くすることを特徴とする。

【0012】

これにより、ヒータに対するフィードバック制御に入った瞬間において、基体の温度が急激に上昇するという現象を回避することができ、基体へのクラックの発生を防止することができる。

【0013】

この場合、前記昇温速度は、600℃以上では遅くすること、具体的には、600℃以上では40℃/sec以下とすることが好ましい。また、500℃以下では速くすること、具体的には、500℃以下では20℃/secよりも速く、かつ100℃/sec以下とすることが好ましい。

【0014】

特に、昇温過程での時間に対するヒータ電圧の変化を指数曲線に合わせて前記ヒータに印加することが好ましい。この場合の指数曲線は、例えば1次遅れ関数 ($y = 1 - e^{-at}$) に近似した曲線等を用いることができる。

【0015】

そして、前記ヒータにおける発熱部の抵抗を検出、制御しながら昇温を行うことが好ましい。これにより、上述のような制御を容易に行うことができる。

【0016】

また、本発明は、セラミックスの基体にヒータが埋設されたガスセンサにおいて、前記ヒータの発熱部における抵抗値を検出する抵抗検出手段と、前記発熱部の抵抗値の単位時間当たりの増加率を制御するヒータ制御手段とを有することを特徴とする。

【0017】

この場合、前記抵抗検出手段は、前記発熱部の抵抗を検出するための検出リードを少なくとも1本有することが好ましい。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るガスセンサの加熱方法及びガスセンサを、例えば、車両の排気ガスや大気中に含まれる NO 、 NO_2 、 SO_2 、 CO_2 、 H_2O 等の酸化物や、 CO 、 C_nH_m 等の可燃ガスを測定するガスセンサに適用した実施の形態例を図1～図16を参照しながら説明する。

【0019】

本実施の形態に係るガスセンサ10は、図1に示すように、 ZrO_2 等の酸素イオン導伝性固体電解質を用いたセラミックスからなる例えば6枚の固体電解質層12a～12fが積層されて構成された基体200を有する。この基体200を構成する6枚の固体電解質層12a～12fは、下から1層目及び2層目が第1及び第2の基板層12a及び12bとされ、下から3層目及び5層目が第1及び第2のスペーサ層12c及び12eとされ、下から4層目及び6層目が第1及び第2の固体電解質層12d及び12fとされている。

【0020】

具体的には、第2の基板層12b上に第1のスペーサ層12cが積層され、更に、この第1のスペーサ層12c上に第1の固体電解質層12d、第2のスペーサ層12e及び第2の固体電解質層12fが順次積層されている。

【0021】

第2の基板層12bと第1の固体電解質層12dとの間には、酸化物測定の基準となる基準ガス、例えば大気が導入される空間（基準ガス導入空間14）が、

第1の固体電解質層12dの下面、第2の基板層12bの上面及び第1のスペーサ層12cの側面によって区画、形成されている。

【0022】

また、第1及び第2の固体電解質層12d及び12f間に第2のスペーサ層12eが挟設されると共に、第1及び第2の拡散律速部16及び18が挟設されている。

【0023】

そして、第2の固体電解質層12fの下面、第1及び第2の拡散律速部16及び18の側面並びに第1の固体電解質層12dの上面によって、被測定ガス中の酸素分圧を調整するための第1室20が区画、形成され、第2の固体電解質層12fの下面、第2の拡散律速部18の側面、第2のスペーサ層12eの側面並びに第1の固体電解質層12dの上面によって、被測定ガス中の酸素分圧を微調整し、更に被測定ガス中の酸化物、例えば窒素酸化物(NO_x)を測定するための第2室22が区画、形成される。

【0024】

外部空間と前記第1室20は、第1の拡散律速部16を介して連通され、第1室20と第2室22は、前記第2の拡散律速部18を介して連通されている。

【0025】

ここで、前記第1及び第2の拡散律速部16及び18は、第1室20及び第2室22にそれぞれ導入される被測定ガスに対して所定の拡散抵抗を付与するものであり、例えば、被測定ガスを導入することができる多孔質材料（例えば ZrO_2 等からなる多孔質体）又は所定の断面積を有した小孔からなる通路として形成することができる。また、印刷による多孔質層もしくは空隙層にて構成してもよい。なお、第1及び第2の拡散律速部16及び18における各拡散抵抗の大小関係は、ここでは問わないが、第2の拡散律速部18の拡散抵抗が第1の拡散律速部16より大きい方が好ましい。

【0026】

そして、前記第2の拡散律速部18を通じて、第1室20内の雰囲気が所定の拡散抵抗の下に第2室22内に導入される。

【0027】

また、前記第2の固体電解質層12fの下面のうち、前記第1室20を形づくる下面全面に、平面ほぼ矩形状の多孔質サーメット電極からなる内側ポンプ電極24が形成され、前記第2の固体電解質層12fの上面のうち、前記内側ポンプ電極24に対応する部分に、外側ポンプ電極26が形成されており、これら内側ポンプ電極24、外側ポンプ電極26並びにこれら両電極24及び26間に挟まれた第2の固体電解質層12fにて電気化学的なポンプセル、即ち、主ポンプセル28が構成されている。

【0028】

そして、前記主ポンプセル28における内側ポンプ電極24と外側ポンプ電極26間に、外部の可変電源30を通じて所望の制御電圧（ポンプ電圧） V_{p0} を印加して、外側ポンプ電極26と内側ポンプ電極24間に正方向あるいは負方向にポンプ電流 I_{p0} を流すことにより、前記第1室20内における雰囲気中の酸素を外部の外部空間に汲み出し、あるいは外部空間の酸素を第1室20内に汲み入れることができるようになっている。

【0029】

また、前記第1の固体電解質層12dの下面のうち、基準ガス導入空間14に露呈する部分に基準電極32が形成されており、前記内側ポンプ電極24及び基準電極32並びに第2の固体電解質層12f、第2のスペーサ層12e及び第1の固体電解質層12dによって、電気化学的なセンサセル、即ち、制御用酸素分圧検出セル34が構成されている。

【0030】

この制御用酸素分圧検出セル34は、第1室20内の雰囲気と基準ガス導入空間14内の基準ガス（大気）との間の酸素濃度差に基づいて、内側ポンプ電極24と基準電極32との間に発生する起電力（電圧） V_0 を通じて、前記第1室20内の雰囲気の酸素分圧が検出できるようになっている。

【0031】

即ち、内側ポンプ電極24及び基準電極32間に生じる電圧 V_0 は、基準ガス導入空間14に導入される基準ガスの酸素分圧と、第1室20内の被測定ガスの

酸素分圧との差に基づいて生じる酸素濃淡電池起電力であり、ネルンストの式として知られる

$$V_0 = RT / 4F \cdot \ln \{ P_1(O_2) / P_0(O_2) \}$$

R : 気体定数

T : 絶対温度

F : ファラデー数

$P_1(O_2)$: 第1室20内の酸素分圧

$P_0(O_2)$: 基準ガスの酸素分圧

の関係を有している。そこで、前記ネルンストの式に基づく電圧 V_0 を電圧計 36 によって測定することで、第1室20内の酸素分圧を検出することができる。

【0032】

前記検出された酸素分圧値は可変電源 30 のポンプ電圧 V_{p0} をフィードバック制御系 38 を通じて制御するために使用され、具体的には、第1室20内の雰囲気酸素分圧が、次の第2室22において酸素分圧の制御を行い得るのに十分な低い所定の値となるように、主ポンプセル 28 のポンプ動作が制御される。つまり、第1室20における酸素分圧値が測定対象である NO 成分が分解され得ない所定の値に制御される。もちろん、第1室20において NO 成分が一部分解してもよい。

【0033】

特に、この例では、主ポンプセル 28 による酸素の汲み出し量に変化して、第1室20内の酸素濃度に変化すると、主ポンプセル 28 における内側ポンプ電極 24 と基準電極 32 間の両端電圧が時間遅れなく変化する（リアルタイムで変化する）ため、前記フィードバック制御系 38 での発振現象を有効に抑えることができる。

【0034】

なお、前記内側ポンプ電極 24 及び外側ポンプ電極 26 は、第1室20内に導入された被測定ガス中の NO_x 、例えば、NO に対する触媒活性が低い不活性材料により構成される。具体的には、前記内側ポンプ電極 24 及び外側ポンプ電極 26 は、多孔質サーメット電極にて構成することができ、この場合、Pt 等の金

属と ZrO_2 等のセラミックスとから構成されることになるが、特に、被測定ガスに接触する第1室20内に配置される内側ポンプ電極24は、被測定ガス中のNO成分に対する還元能力を弱めた、あるいは還元能力のない材料を用いる必要があり、例えば La_3CuO_4 等のペロブスカイト構造を有する化合物、あるいはAu等の触媒活性の低い金属とセラミックスのサーメット、あるいはAu等の触媒活性の低い金属とPt族金属とセラミックスのサーメットで構成されることが好ましい。更に、電極材料にAuとPt族金属の合金を用いる場合は、Au添加量を金属成分全体の0.03～35vol%にすることが好ましい。

【0035】

一方、図1に示すように、前記第1の固体電解質層12dの上面のうち、前記第2室22を形づくる上面であって、かつ第2の拡散律速部18から離間した部分に、平面ほぼ矩形状の多孔質サーメット電極からなる検出電極172が形成されている。

【0036】

そして、前記検出電極172と、外側ポンプ電極26と、これら両電極172及び26間の第1の固体電解質層12d、第2のスペーサ層12e及び第2の固体電解質層12fとによって測定用ポンプセル58が構成され、可変電源60を通じて電圧 V_p2 が印加されることによって、第2室22内の雰囲気中の酸素を外部空間に汲み出せるようになっている。

【0037】

また、前記検出電極172と、前記基準電極32と、これら両電極172及び32間に挟まれた第1の固体電解質層12dによって測定用酸素分圧検出セル170が構成されている。

【0038】

この場合、前記測定用酸素分圧検出セル170における検出電極172と基準電極32との間に、検出電極172の周りの雰囲気と基準電極32の周りの雰囲気との間の酸素濃度差に応じた起電力（酸素濃淡電池起電力）が発生することとなる。

【0039】

従って、前記検出電極 1 7 2 及び基準電極 3 2 間に発生する起電力を電圧計 1 7 4 にて測定することにより、検出電極 1 7 2 の周りの雰囲気酸素分圧、換言すれば、被測定ガス成分 (NO_x) の還元又は分解によって発生する酸素によって規定される酸素分圧が電圧値として検出される。

【 0 0 4 0 】

そして、前記検出電極 1 7 2 は、被測定ガス成分たる NO_x を還元し得る金属である Rh とセラミックスとしてのジルコニアからなる多孔質サーメットにて構成され、これによって、第 2 室 2 2 内の雰囲気中に存在する NO_x を還元する NO_x 還元触媒として機能する。前記測定用ポンプセル 5 8 のポンプ動作によって流れるポンプ電流 $I_p 2$ は、電流計 6 2 によって検出されるようになっている。

【 0 0 4 1 】

前記第 1 の固体電解質層 1 2 d の上面のうち、前記第 2 室 2 2 を形づくる上面であって、前記検出電極 1 7 2 の形成面以外の面には、平面ほぼ矩形状の多孔質サーメット電極からなる補助ポンプ電極 5 0 が形成されている。

【 0 0 4 2 】

そして、前記補助ポンプ電極 5 0 と、外側ポンプ電極 2 6 と、これら両電極 5 0 及び 2 6 間の第 1 の固体電解質層 1 2 d、第 2 のスペーサ層 1 2 e 及び第 2 の固体電解質層 1 2 f とによって補助ポンプセル 5 2 が構成され、前記補助ポンプ電極 5 0 及び前記基準電極 3 2 並びに第 1 の固体電解質層 1 2 d にて補助用酸素分圧測定セル 2 0 2 が構成されている。

【 0 0 4 3 】

前記補助ポンプ電極 5 0 は、前記主ポンプセル 2 8 における内側ポンプ電極 2 4 と同様に、被測定ガス中の NO 成分に対する還元能力を弱めた、あるいは還元能力のない材料、例えば La_3CuO_4 等のペロブスカイト構造を有する化合物、あるいは Au 等の触媒活性の低い金属とセラミックスのサーメット、あるいは Au 等の触媒活性の低い金属と Pt 族金属とセラミックスのサーメットで構成されることが好ましい。更に、電極材料に Au と Pt 族金属の合金を用いる場合は、Au 添加量を金属成分全体の 0.03 ~ 35 vol % にすることが好ましい。

【 0 0 4 4 】

そして、前記補助ポンプセル 5 2 における補助ポンプ電極 5 0 と外側ポンプ電極 2 6 間に、可変電源 5 4 を通じて補助ポンプ電圧 $V_p 1$ が印加されることによって、第 2 室 2 2 内の雰囲気中の酸素を外部空間に汲み出せるようになっている。

【 0 0 4 5 】

この補助用酸素分圧測定セル 2 0 2 は、前記測定用酸素分圧検出セル 1 7 0 と同様に、第 2 室 2 2 内の雰囲気と基準ガス導入空間 1 4 内の基準ガス（大気）との間の酸素濃度差に基づいて、補助ポンプ電極 5 0 と基準電極 3 2 との間に発生する起電力（以下、酸素分圧値、両端電圧とも記す） $V 1$ を電圧計 2 0 6 にて測定することにより、前記第 2 室 2 2 内の雰囲気中の酸素分圧が検出できるようになっている。

【 0 0 4 6 】

前記検出された酸素分圧値 $V 1$ は可変電源 5 4 の補助ポンプ電圧 $V_p 1$ をフィードバック制御系 2 0 4 を通じて制御するために使用され、第 2 室 2 2 内の雰囲気中の酸素分圧が、実質的に被測定ガス成分（ NO ）が還元又は分解され得ない状況下で、かつ目的成分量の測定に実質的に影響がない低い酸素分圧値となるように制御される。

【 0 0 4 7 】

具体的には、前記可変電源 5 4 は、補助ポンプセル 5 2 で分解時に生成した酸素のポンピングに対して限界電流を与える大きさの電圧値に制御される。この場合、補助ポンプセル 5 2 による酸素の汲み出し量に変化して、第 2 室 2 2 内における雰囲気中の酸素濃度に変化すると、補助ポンプ電極 5 0 と基準電極 3 2 間の両端電圧 $V 1$ が時間遅れなく変化するため、可変電源 5 4 に対するフィードバック制御系 2 0 4 は、発振現象を生じることなく、高精度に第 2 室 2 2 内の酸素濃度を制御することができる。

【 0 0 4 8 】

このように、第 2 室 2 2 内の雰囲気中の酸素分圧が、実質的に被測定ガス成分（ NO ）が還元又は分解され得ない状況下で、かつ目的成分量の測定に実質的に影響がない低い酸素分圧値とされる。この場合、第 1 室 2 0 における主ポンプセル

28の働きにより、この第2室22内に導入される酸素の量の変化は、被測定ガスの変化よりも大幅に縮小されるため、第2室22における酸素分圧は精度よく一定に制御される。

【0049】

更に、この実施の形態に係るガスセンサ10は、第1及び第2の基板層12a及び12bにて上下から挟まれた形態において、外部からの給電によって発熱するヒータ64が埋設されている。

【0050】

このヒータ64は、酸素イオンの導伝性を高めるために設けられるもので、該ヒータ64の上下面には、基板層12a及び12bとの電氣的絶縁を得るために、アルミナ等のセラミック層66が形成されている。

【0051】

前記ヒータ64は、図1に示すように、第1室20から第2室22の全体にわたって配設されており、これによって、第1室20及び第2室22がそれぞれ所定の温度に加熱され、併せて主ポンプセル28、制御用酸素分圧検出セル34、補助ポンプセル52、測定用ポンプセル58、測定用酸素分圧検出セル170及び補助用酸素分圧測定セル202も所定の温度に加熱、保持されるようになっている。

【0052】

また、ヒータ64は、図2に示すように、ヒータ発熱部300と、該ヒータ発熱部300の両端から基体200の外部まで導出された2本の電流リード302A及び302Bとを有し、同じくヒータ発熱部300の両端から基体200の外部まで導出された2本の電圧検出用リード316A及び316Bとを有する。この2本の電圧検出用リード316A及び316Bは片方を電流リードと共通化してもよい。

【0053】

他方、この実施の形態に係るガスセンサ10は、補助ポンプセル52に流れるポンプ電流 I_{p1} の値に基づいて主ポンプセル28のフィードバック制御系38を補正制御する補正制御系70を有する。

【 0 0 5 4 】

この補正制御系 7 0 は、第 2 室 2 2 内の酸素濃度を一定とすることによって、被測定ガス中の酸素濃度が大きく変化することによって発生する酸素の漏れ込みによる精度劣化や、被測定ガス中における H_2O の濃度の上昇による H_2O の僅かな分解に伴う精度劣化を防止するようにしたものであり、併せて、温度変化による前記 2 点の精度劣化並びに主ポンプセル 2 8 の劣化による前記 2 点の精度劣化の招来を防止することができる。

【 0 0 5 5 】

そして、この実施の形態に係るガスセンサ 1 0 は、基体 2 0 0 の温度に基づいてヒータ 6 4 への通電を制御するヒータ制御系 3 1 0 を有する。基体 2 0 0 の温度は、ヒータ発熱部 3 0 0 の温度と等価とみることができ、更に、このヒータ発熱部 3 0 0 の温度は、該ヒータ発熱部 3 0 0 の抵抗値と比例関係にある。

【 0 0 5 6 】

そこで、本実施の形態に係るガスセンサ 1 0 におけるヒータ制御系 3 1 0 は、ヒータ発熱部 3 0 0 の抵抗値を検出する抵抗検出回路 3 1 2 と、該抵抗検出回路 3 1 2 にて検出された抵抗値に基づいて前記ヒータ 6 4 への通電を制御するヒータ制御回路 3 1 4 とを具備する。

【 0 0 5 7 】

抵抗検出回路 3 1 2 は、図 2 に示すように、ヒータ発熱部 3 0 0 の両端に接続され、それぞれ基体 2 0 0 の外部まで導出された 2 本の電圧検出用リード 3 1 6 A 及び 3 1 6 B と、これら 2 本の電圧検出用リード 3 1 6 A 及び 3 1 6 B 間に挿入接続された電位差計 3 1 8 と、該電位差計 3 1 8 にて計測された電圧とヒータ 6 4 に通電される電流の値に基づいてヒータ発熱部 3 0 0 の抵抗値 D_r を求める抵抗値演算部 3 2 0 とを有して構成されている。即ち、この抵抗検出回路 3 1 2 は 4 端子法を採用している。

【 0 0 5 8 】

なお、2 本の電圧検出用リード 3 1 6 A 及び 3 1 6 B には、実質的にはヒータ電流が流れないために、これら 2 本の電圧検出用リード 3 1 6 A 及び 3 1 6 B の抵抗による誤差は生じない。また、電圧検出用リードを 1 本のみとした場合は、

2本の電流リード302A及び302Bの各電位降下が全く同じものとして計測すればよい。

【0059】

ヒータ制御回路314は、図3に示すように、抵抗検出回路312からの抵抗値 D_r に基づいてヒータ64に対する制御方式を切り換えると共に、前記抵抗値 D_r に基づき、かつ、選択された制御方式に応じて演算された電圧信号（出力信号） V_i を出力する制御切換回路330と、pnpタイプのパワートランジスタ332と、パワートランジスタ332のベースを駆動する信号（以下、単にベース駆動信号 S_p と記す）のパルス幅を変調するパルス幅変調回路334を有して構成されている。

【0060】

パルス幅変調回路334は、例えば底辺レベルが $-5V$ 、頂点レベルが $+5V$ の所定の三角波 S_t を生成して出力する三角波生成回路340と、該三角波生成回路340からの三角波 S_t と前記制御切換回路330からの出力信号 V_i とを比較するコンパレータ342を有して構成されている。なお、図3では、コンパレータ342の反転入力端子に制御切換回路330からの出力信号 V_i が入力され、非反転入力端子に三角波生成回路340からの三角波 S_t が入力されるように配線接続されている例を示す。

【0061】

パワートランジスタ332は、そのコレクタ端子に電源 V_{cc} が接続され、ベース端子に前記コンパレータ342の出力側が接続され、エミッタ端子にヒータ64の一方の電流リード302Aが接続されている。なお、ヒータ64の他方の電流リード302Bは接地とされている。

【0062】

前記パワートランジスタ332は、前記コンパレータ342から低レベル信号がベース端子に供給されることによってON動作し、これにより、電源 V_{cc} からヒータ64に駆動電流が供給され、反対に、前記コンパレータ342から高レベル信号がベース端子に供給されることによってOFF動作し、これによって、ヒータ64への駆動電流の供給が停止されるようになっている。

【 0 0 6 3 】

そして、前記制御切換回路 3 3 0 からの出力信号 V_i のレベルは、前記三角波 S_t に対する一つのしきい値を構成している。つまり、図 4 A に示すように、出力信号 V_i のレベルが三角波 S_t の頂点レベル以上の場合は、図 4 B に示すように、コンパレータ 3 4 2 から常時低レベルのベース駆動信号 S_p が出力され、図 5 A 及び図 6 A に示すように、出力信号 V_i のレベルが三角波 S_t の底辺レベルより高く、頂点レベル未満である場合は、図 5 B 及び図 6 B に示すように、三角波 S_t のうち、前記出力信号 V_i のレベルよりも高い期間が高レベル、前記出力信号 V_i のレベルよりも低い期間が低レベルとされたベース駆動信号が出力されるようになっている。また、図 7 A に示すように、出力信号 V_i のレベルが三角波 S_t の底辺レベル以下の場合は、図 7 B に示すように、コンパレータ 3 4 2 から常時高レベルのベース駆動信号 S_p が出力されるようになっている。

【 0 0 6 4 】

次に、制御切換回路 3 3 0 に関する 2 つの具体例を図 8 ～図 1 4 を参照しながら説明する。

【 0 0 6 5 】

まず、第 1 の具体例に係る制御切換回路 3 3 0 A は、図 8 に示すように、判別部 3 5 0、差分演算部 3 5 2、電圧値演算部 3 5 4、セレクト部 3 5 6 及び D/A 変換器 (DAC) 3 5 8 を有して構成されている。

【 0 0 6 6 】

判別部 3 5 0 は、抵抗検出回路 3 1 2 からの抵抗値 D_r と予めレジスタ 3 6 0 に保持されている基準値 D_b とを比較判別し、その判別結果に応じた指示信号 S_c (定電圧制御を指示する信号 S_{c1} 又はフィードバック制御を指示する信号 S_{c2}) を出力する。

【 0 0 6 7 】

具体的には、判別部 3 5 0 は、ヒータ 6 4 への加熱開始時点から前記抵抗値 D_r が基準値 D_b 以上になるまでの期間は、定電圧制御を指示する信号 S_{c1} を出力し、前記抵抗値 D_r が一旦基準値 D_b 以上となった時点で、フィードバック制御を指示する信号 S_{c2} を出力する。

【0068】

差分演算部352は、前記判別部350からの指示信号Scがフィードバック制御を指示する信号Sc2である場合にイネーブル状態とされ、抵抗検出回路312からの抵抗値Drとレジスタ360からの基準値Dbとの差分を演算する。電圧値演算部354は、差分演算部352からの差分値Ddに基づいてコンパレータ342に出力すべき電圧値Dvを演算する。

【0069】

セクタ部356は、前記判別部350からの指示信号Scが定電圧制御を指示する信号Sc1である場合に、レジスタ362に保持されている定電圧値Dcを読み出して後段のD/A変換器358に出力し、前記判別部350からの指示信号Scがフィードバック制御を指示する信号Sc2である場合に、前記電圧値演算部354からの電圧値DvをD/A変換器358に出力する。

【0070】

D/A変換器358は、入力された電圧値（定電圧値Dc又は電圧値Dv）をアナログ変換して電圧信号Svとして後段のパルス幅変調回路334におけるコンパレータ342に出力する。

【0071】

この第1の具体例に係る制御切換回路330Aによれば、図9A及び図9Bに示すように、ヒータ64の加熱開始時点から抵抗値が基準値以上となるまでの期間T1において定電圧制御が行われる。この定電圧制御によって、ヒータ発熱部300の温度が上がり、該温度に応じて抵抗値Drが上昇することとなる。そして、ヒータ発熱部300の抵抗値Drが一旦基準値Db以上となった時点t1からそれ以降の期間T2において、前記基準値Dbを目標値とするフィードバック制御が行われることになる。

【0072】

次に、上述した第1の具体例に係る制御切換回路330AをCPUによって実行されるソフトウェアにて構成することも可能である。以下に、第1の具体例に係る制御切換回路330Aをソフトウェアとした場合の処理動作を図10を参照しながら説明する。

【 0 0 7 3 】

まず、ステップ S 1 において、抵抗検出回路 3 1 2 から抵抗値 D_r を読み出す。次いで、ステップ S 2 において、現在、フィードバック制御であるか否かを判別する。この判別は、フィードバック制御を示すフラグに「1」がセットされているかどうかで行うようにしてもよい。

【 0 0 7 4 】

フィードバック制御でなければ、次のステップ S 3 に進み、前記読み出された抵抗値 D_r がレジスタ 3 6 0 に保持されている基準値 D_b 未満であるか否かを判別する。抵抗値 D_r が基準値 D_b 未満であれば、次のステップ S 4 に進み、レジスタ 3 6 2 から定電圧値 D_c を読み出して D/A 変換器 3 5 8 に出力する。D/A 変換器 3 5 8 は、入力された定電圧値 D_c をアナログ変換して電圧信号 S_v として後段のコンパレータ 3 4 2 に出力する。このステップ S 4 での処理が終了した段階で、ステップ S 1 以降の処理に戻る。

【 0 0 7 5 】

そして、前記ステップ S 3 において抵抗値 D_r が基準値 D_b 以上となった段階で、ステップ S 5 に進み、フィードバック制御を示すフラグに「1」をセットする。

【 0 0 7 6 】

その後、ステップ S 6 において、抵抗検出回路 3 1 2 からの抵抗値 D_r とレジスタ 3 6 0 からの基準値 D_b との偏差を演算し、次いで、ステップ S 7 において、前記得られた偏差に基づく電圧値 D_v を演算し、次のステップ S 8 において、得られた電圧値 D_v を D/A 変換器 3 5 8 に出力する。D/A 変換器 3 5 8 は、入力された電圧値 D_v をアナログ変換して電圧信号 S_v として後段のコンパレータ 3 4 2 に出力する。

【 0 0 7 7 】

次に、ステップ S 9 において、このソフトウェアに対する終了要求（電源断、リセット要求）があるか否かを判別し、終了要求がなければ、前記ステップ S 1 に戻り、該ステップ S 1 以降の処理を繰り返す。この場合、フィードバック制御を示すフラグに「1」がセットされているため、ステップ S 2 を介してステップ

S 6 以降に制御が移り、フィードバック制御による処理が繰り返されることになる。

【 0 0 7 8 】

このように、本実施の形態に係るガスセンサ 1 0、特に、第 1 の具体例に係る制御切換回路 3 3 0 A を有するガスセンサ 1 0 においては、前記ヒータ 6 4 への加熱開始時点 t_0 から、基体 2 0 0 の温度が所定温度に達するまでの期間（ヒータ発熱部 3 0 0 の抵抗値 D_r が基準値 D_b に達するまでの期間） T_1 については、前記ヒータ 6 4 に対して定電圧による制御を行い、基体 2 0 0 の温度が所定温度に達した時点（ヒータ発熱部 3 0 0 の抵抗値 D_r が基準値 D_b に達した時点） t_1 以降において、ヒータ 6 4 に対して、前記所定温度（基準値 D_b ）を目標値とするフィードバック制御を行うようにしたので、加熱の初期段階における定電圧制御によって、基体 2 0 0 の温度が早期に上昇し、所定温度に達するまでの時間を短縮することができる。

【 0 0 7 9 】

次に、第 2 の具体例に係る制御切換回路 3 3 0 B について図 1 1 ～図 1 4 を参照しながら説明する。

【 0 0 8 0 】

この第 2 の具体例に係る制御切換回路 3 3 0 B は、ヒータ 6 4 の昇温速度を、素子温度が低温領域においては速く、高温領域では遅くなるように、ヒータ電圧を制御するものである。

【 0 0 8 1 】

具体的には、図 1 2 において、昇温過程での時間に対するヒータ電圧の変化を指数曲線 F に合わせるようにしている。この場合の指数曲線 F としては、例えば 1 次遅れ関数 ($y = 1 - e^{-at}$) に近似した曲線等を用いることができる。

【 0 0 8 2 】

そして、この第 2 の具体例に係る制御切換回路 3 3 0 B は、判別部 4 0 0、抵抗値切換部 4 0 2、増加率切換部 4 0 4、瞬間目標値演算部 4 0 6、セレクタ部 4 0 8、差分演算部 4 1 0、電圧値演算部 4 1 2 及び D/A 変換器 3 5 8 を有して構成されている。

【0083】

判別部400は、抵抗検出回路312からの抵抗値 D_r と抵抗値切換部402からの抵抗値 D_{b1} , D_{b2} , ..., D_{bn} とをそれぞれ比較判別して、抵抗検出回路312からの抵抗値 D_r が抵抗値切換部402からの抵抗値 D_{b1} , D_{b2} , ..., D_{bn} 以上となった時点で切換信号 S_c (S_{c1} , S_{c2} , ..., S_{cn}) を出力する。

【0084】

抵抗値切換部402は、多数のレジスタ R_{a1} , R_{a2} , ..., R_{an} にそれぞれ登録された抵抗値 D_{b1} , D_{b2} , ..., D_{bn} を判別部400からの切換信号 S_c (S_{c1} , S_{c2} , ..., S_{cn}) の入力に基づいて順番に出力する。初期段階では、判別部400からの切換信号の入力に拘わらずレジスタ R_{a1} に登録されている抵抗値 D_{b1} を判別部400及び瞬間目標値演算部406にそれぞれ出力する。

【0085】

増加率切換部404は、多数のレジスタ R_{b1} , R_{b2} , ..., R_{bn} にそれぞれ登録された増加率 D_{e1} , D_{e2} , ..., D_{en} を判別部400からの切換信号 S_c (S_{c1} , S_{c2} , ..., S_{cn}) の入力に基づいて順番に出力する。初期段階では、判別部400からの切換信号 S_c の入力に拘わらずレジスタ R_{b1} に登録されている初期増加率 D_{e1} を後段の瞬間目標値演算部406に出力する。

【0086】

瞬間目標値演算部406は、抵抗値切換部402からの抵抗値と増加率切換部404からの増加率並びにタイマー414からの時間情報 D_t に基づいて現時点の瞬間目標値 dD_b を演算する。

【0087】

具体的には、図12に示すように、第1段階 T_{11} では、初期値「0」と抵抗値切換部402からの第1抵抗値 D_{b1} と増加率切換部404からの第1増加率 D_{e1} によって、第1段階 T_{11} での抵抗値変化特性（直線A）が求められ、この抵抗値変化特性から現時点（例えば任意の時点 t_{11} ）の瞬間目標値（抵抗値

)を簡単に求めることができる。

【0088】

第2段階T12においては、第1抵抗値 D_{b1} と抵抗値切換部402からの第2抵抗値 D_{b2} と増加率切換部404からの第2増加率 D_{e2} によって、第2段階T12での抵抗値変化特性(直線B)が求められ、この抵抗値変化特性から現時点(例えば任意の時点 t_{12})の瞬間目標値 dD_d を簡単に求めることができる。

【0089】

以下同様に、第3段階T13では、第2抵抗値 D_{b2} 、第3抵抗値 D_{b3} 、第3増加率 D_{e3} 及び現時点(t_{13})に基づいて瞬間目標値を簡単に求めることができ、第4段階T14では、第3抵抗値 D_{b3} 、第4抵抗値 D_{b4} 、第4増加率 D_{e4} 及び現時点(t_{14})に基づいて瞬間目標値を簡単に求めることができる。

【0090】

セクタ部408は、ヒータ64への加熱開始時点 t_0 からヒータ発熱部300の抵抗値 D_r が最終抵抗値 D_{bn} 以上になるまでの期間においては、瞬間目標値演算部406からの瞬間目標値を後段の差分演算部410に出力し、ヒータ発熱部300の抵抗値 D_r が最終抵抗値 D_{bn} 以上となった段階で、レジスタ416に保持されている基準値 D_b を後段の差分演算部410に出力する。

【0091】

差分演算部410は、抵抗検出回路312からの抵抗値 D_r とセクタ部408からの瞬間目標値 dD_b あるいは基準値 D_b との差分を演算する。電圧値演算部412は、差分演算部410からの差分値 D_d に基づいてコンパレータ342に出力すべき電圧値 D_v を演算する。

【0092】

D/A変換器358は、入力された電圧値 D_v をアナログ変換して電圧信号 S_v として後段のパルス幅変調回路334におけるコンパレータ342に出力する。

【0093】

この第2の具体例に係る制御切換回路330Bによれば、図13A及び図13Bに示すように、ヒータ64の加熱開始時点 t_0 からヒータ発熱部300の抵抗値 D_r が基準値 D_b 以上となるまでの期間 T_1 においては、前記ヒータ64に対して、増加率を多段階に切り換えながら制御を行う。この増加率の多段階の切換え制御によって、ヒータ発熱部300の温度が徐々に上がり、該温度に応じて抵抗値 D_r が上昇することとなる。そして、ヒータ発熱部300の抵抗値 D_r が一旦基準値 D_b 以上となった時点 t_1 からそれ以降の期間 T_2 において、前記基準値 D_b を目標値とするフィードバック制御が行われることになる。

【0094】

ところで、第1の具体例に係る制御切換回路330Aでは、初期段階において定電圧制御を行うようにしているが、この場合、ヒータ64の昇温速度が速くなり、短期間でフィードバック制御に切り換えることができる。

【0095】

しかし、基体200の温度が高い領域においてフィードバック制御への切換えが行われた場合、最初にフィードバック制御にかかるまでの期間において温度が急激に上昇し、基体200に不測の応力（熱応力）がかかるおそれがある。最悪の場合は、基体200のクラックにつながるおそれもある。

【0096】

そこで、この第2の具体例に係る制御切換回路330Bでは、例えば増加率の選定として、最終の第 n 番目の増加率 D_{en} が、その前の段階における第 $n-1$ 番目の増加率 D_{en-1} よりも低くなるように選定すれば、基体200の温度が高い領域で、基体200の昇温速度を遅くすることができ、基体200のかかる応力（熱応力等）を低減することができる。これによって、ヒータ64に対する制御をフィードバック制御に切り換えた際に発生する急激な温度上昇を回避することができ、基体200へのクラックの発生を防止することができる。

【0097】

より好ましくは、各段階における増加率 D_{e1} , D_{e2} , \dots , D_{en} を、ヒータ発熱部300における抵抗値 D_r が基準値 D_b に近くなるにつれて徐々に低くなるように選定すれば、フィードバック制御に切り換わる直前においてヒ-

タ発熱部 3 0 0 の抵抗値 D_r の上昇がほとんど停止した状態（基体 2 0 0 の温度上昇がほとんど停止した状態）となり、温度の急激な上昇などを伴わずにスムーズにフィードバック制御に移ることになる。

【 0 0 9 8 】

増加率の切換えは、できれば 2 段階から 4 段階であることが好ましい。5 段階以上に切り換えると、それだけ時間がかかり、ヒータ 6 4 への加熱開始時点 t_0 からフィードバック制御に移るまでの期間 T_1 が必要以上に長くなるおそれがあるからである。

【 0 0 9 9 】

そして、基体 2 0 0 の温度が 6 0 0 °C 以上の領域における各段階での増加率は、所定温度（基準値 D_b に対応する温度）の 5 % 以下となるような抵抗値の増加率を選定することが好ましい。具体的には、基体 2 0 0 の温度が 6 0 0 °C 以上の領域においては、昇温速度が 4 0 °C / s e c 以下となるように、各段階での増加率を設定することが好ましい。

【 0 1 0 0 】

また、基体 2 0 0 の温度が 5 0 0 °C 以下の領域における各段階での増加率は、所定温度の 1 ~ 1 0 % となるような抵抗値の増加率を設定することが好ましい。具体的には、基体 2 0 0 の温度が 5 0 0 °C 以下の領域においては、昇温速度が 2 0 °C / s e c よりも速く、1 0 0 °C / s e c 以下となるように、各段階での増加率を設定することが好ましい。

【 0 1 0 1 】

これらの好ましい増加率の選定によって、ヒータ 6 4 に対する制御をフィードバック制御に切り換えた際に発生する急激な温度上昇を有効に回避することができ、基体 2 0 0 へのクラックの発生を未然に防止することができる。

【 0 1 0 2 】

次に、上述した第 2 の具体例に係る制御切換回路 3 3 0 B を C P U によって実行されるソフトウェアにて構成することも可能である。以下に、第 2 の具体例に係る制御切換回路 3 3 0 B をソフトウェアとした場合の処理動作を図 1 4 を参照しながら説明する。

【0103】

まず、ステップS101において、切り換える段階を計数するためのカウンタ i に初期値「1」を格納して、該カウンタ i を初期化する。

【0104】

次に、ステップS102において、抵抗検出回路312から抵抗値 D_r を読み出す。次いで、ステップS103において、現在、フィードバック制御であるか否かを判別する。この判別は、フィードバック制御を示すフラグに「1」がセットされているかどうかで行うようにしてもよい。

【0105】

フィードバック制御でなければ、次のステップS104に進み、 i 段階の目標値（抵抗値）を読み出す。その後、ステップS105において、抵抗値 D_r が i 段階の目標値以上であるか否かを判別する。抵抗値 D_r が i 段階の目標値未満であれば、当該 i 段階を超えていないとして、次のステップS106に進み、 i 段階の増加率を読み出す。

【0106】

次に、ステップS107において、 i 段階の目標値及び i 段階の増加率に基づいて現時点の瞬間目標値を演算する。次いで、ステップS108において、抵抗値 D_r と瞬間目標値との偏差を演算し、その後、ステップS109において、前記得られた偏差に基づく電圧値 D_v を演算し、次のステップS110において、得られた電圧値 D_v をD/A変換器358に出力する。D/A変換器358は、入力された電圧値 D_v をアナログ変換して電圧信号 S_v として後段のコンパレータ342に出力する。

【0107】

次に、ステップS111において、このソフトウェアに対する終了要求（電源断、リセット要求）があるか否かを判別し、終了要求がなければ、前記ステップS102に戻り、該ステップS102以降の処理を繰り返す。

【0108】

そして、前記ステップS105において抵抗値 D_r が i 段階の目標値以上となった段階で、ステップS112に進み、カウンタ i の値を+1更新した後、次の

ステップ S 1 1 3 において、最終目標値まで処理したか否かを判別する。この判別は、カウンタ i の値が段階数 M を超過したかどうかで行われる。

【 0 1 0 9 】

カウンタ i の値が段階数 M 以下であれば、前記ステップ S 1 0 2 に戻り、次の段階についての処理を行い、カウンタ i の値が段階数 M を超えた段階で、次のステップ S 1 1 4 に進み、フィードバック制御を示すフラグに「1」をセットする。

【 0 1 1 0 】

その後、ステップ S 1 1 5 において、抵抗検出回路 3 1 2 からの抵抗値 D_r と最終目標値（基準値 D_b ）との偏差を演算する。このステップ S 1 1 5 での処理が終了した段階で、前記ステップ S 1 0 9 以降の処理に移り、偏差に基づく電圧値を演算した後、該電圧値を D/A 変換器 3 5 8 に出力し、その後、前記ステップ S 1 0 2 以降の処理を繰り返す。この場合、フィードバック制御を示すフラグに「1」がセットされているため、ステップ S 1 0 3 を介してステップ S 1 1 5 以降に制御が移り、フィードバック制御による処理が繰り返されることになる。

【 0 1 1 1 】

ここで、2 つの実験例（便宜的に第 1 及び第 2 の実験例と記す）について説明する。

【 0 1 1 2 】

まず、第 1 の実験例は、比較例 1 と実施例 1 において、あるガス流速下でヒータ昇温時に起こる不良率 $F(t)$ をプロットしたものである。

【 0 1 1 3 】

比較例 1 は、第 1 の具体例に係る制御切換回路 3 3 0 A を用いたガスセンサであって、定電圧制御からフィードバック制御に切り換えてヒータ昇温を行ったものである。

【 0 1 1 4 】

実施例 1 は、第 2 の具体例に係る制御切換回路 3 3 0 B を用いたガスセンサであって、素子温度が 600°C 以上では、 $40^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ 以下で、かつ、素子温度が 500°C 以下では、 $100^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ 以下に設定してヒータ昇温を行ったもの

である。

【0 1 1 5】

また、この第1の実験例では、実車のガス流速を想定し、室温中、エアブローにより流速を変えて実験を行った。実験結果を図15に示す。この図15において、比較例1のプロットを□で示し、実施例1のプロットを○で示す。即ち、比較例1は曲線Aに沿った不良率の特性を示し、実施例1は曲線Bに沿った不良率の特性を示す。

【0 1 1 6】

この実験結果から、実車のガス流速を想定した範囲では、実施例1は、クラックは起こらず、比較例1と比較して効果があるといえる。

【0 1 1 7】

次に、第2の実験例は、比較例2と実施例2において、ガスセンサのヒータ制御性をディーゼル・エンジンにて評価したものである。エンジン条件として、1000rpmから3500rpmまで変化させ、そのときのガス温度の変化に対するガスセンサの素子温度の変化に基づいてヒータ制御性を比較した。

【0 1 1 8】

比較例2は、2本の電流リード302A及び302Bからの検出のみでヒータ制御を行い、実施例2は、2本の電流リード302A及び302Bに電圧検出用リード（例えば316A）を1本付加して、ヒータ制御を行ったものである。

【0 1 1 9】

実験結果を図16に示す。この図16において、比較例2のプロットを□で示し、実施例2のプロットを○で示す。この実験結果から、比較例2は、曲線Cに沿った特性を示し、ガス温度が上昇するにつれて素子温度が徐々に低下していることがわかる。それに対して、実施例2は直線Dに沿った特性を示し、ガス温度の変化に拘わらず、素子温度がほぼ一定であることがわかる。

【0 1 2 0】

これは、ヒータをヒータ発熱部300と電流リード302A及び302Bに分けて考えた場合、比較例2は、ヒータ64全体の抵抗値が一定になるように制御しているため、ガス温度が高くなるにつれて、素子全体が温められると、電流リ

ード 3 0 2 A 及び 3 0 2 B の温度（抵抗値）が高くなり、相対的にヒータ発熱部 3 0 0 の温度（抵抗）が低くなる。

【 0 1 2 1 】

これに対して、電圧検出用リード（例えば 3 1 6 A）を有する実施例 2 においては、直接ヒータ発熱部 3 0 0 の抵抗値を一定に保つように制御することから、素子全体が温められて、電流リード 3 0 2 A 及び 3 0 2 B の温度が高くなっても、素子温度の変化は小さいものとなる。つまり、実施例 2 は、ガス温度の変化に対するヒータ制御性が安定していることがわかる。

【 0 1 2 2 】

なお、この発明に係るガスセンサの加熱方法及びガスセンサは、上述の実施の形態に限らず、この発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【 0 1 2 3 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係るガスセンサの加熱方法及びガスセンサによれば、基体の温度を早期に上昇させることができ、所定温度に達するまでの時間を短縮することができる。

【 0 1 2 4 】

また、本発明に係るガスセンサの加熱方法及びガスセンサによれば、フィードバック制御に入った瞬間に基体の温度が急激に上昇するという現象を回避することができ、基体へのクラックの発生を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施の形態に係るガスセンサを示す構成図である。

【図 2】

本実施の形態に係るガスセンサのヒータと抵抗検出回路を示す説明図である。

【図 3】

本実施の形態に係るガスセンサのヒータ制御回路を示す構成図である。

【図 4】

図 4 A は偏差信号のレベルが三角波の頂点レベルよりも高い場合を示す波形図であり、図 4 B はそのときのベース駆動信号を示す波形図である。

【図 5】

図 5 A は偏差信号のレベルが三角波の midpoint レベルから頂点レベルの間にある場合を示す波形図であり、図 5 B はそのときのベース駆動信号を示す波形図である。

【図 6】

図 6 A は偏差信号のレベルが三角波の底辺レベルから midpoint レベルの間にある場合を示す波形図であり、図 6 B はそのときのベース駆動信号を示す波形図である。

【図 7】

図 7 A は偏差信号のレベルが三角波の底辺レベルよりも低い場合を示す波形図であり、図 7 B はそのときのベース駆動信号を示す波形図である。

【図 8】

第 1 の具体例に係る制御切換回路を示す構成図である。

【図 9】

図 9 A は第 1 の具体例に係る制御切換回路によるヒータ電圧特性を示す図であり、図 9 B は抵抗値特性を示す図である。

【図 1 0】

第 1 の具体例に係る制御切換回路をソフトウェアにて構成した場合の処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図 1 1】

第 2 の具体例に係る制御切換回路を示す構成図である。

【図 1 2】

目標抵抗値及び増加率の多段階での切換え制御を示す特性図である。

【図 1 3】

図 1 3 A は第 1 の具体例に係る制御切換回路によるヒータ電圧特性を示す図であり、図 1 3 B は抵抗値特性を示す図である。

【図 1 4】

第 2 の具体例に係る制御切換回路をソフトウェアにて構成した場合の処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図 1 5】

第 1 の実験例の結果（ガス流速に対する不良率の変化）を示す図である。

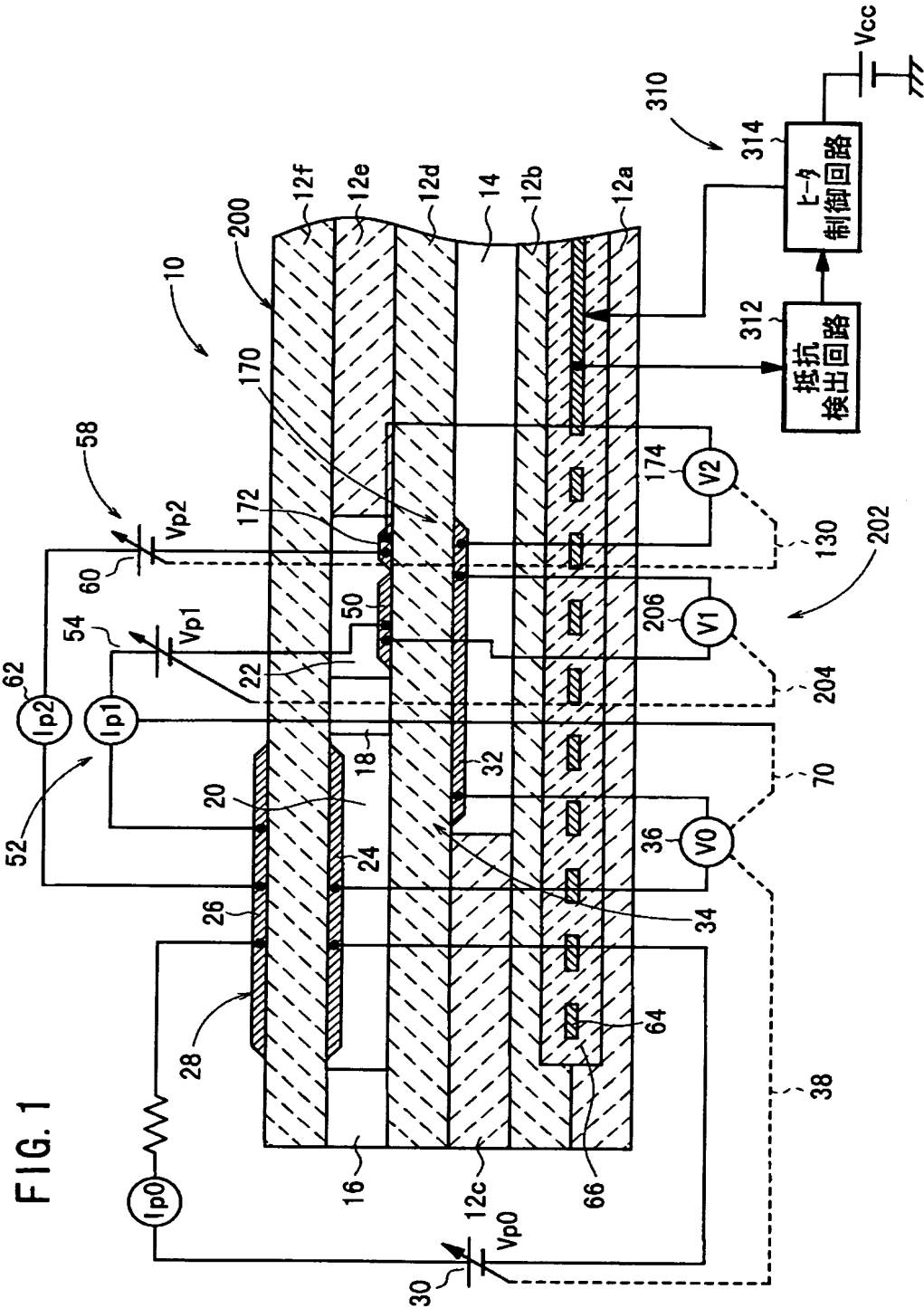
【図 1 6】

第 2 の実験例の結果（ガス温度に対する素子温度の変化）を示す図である。

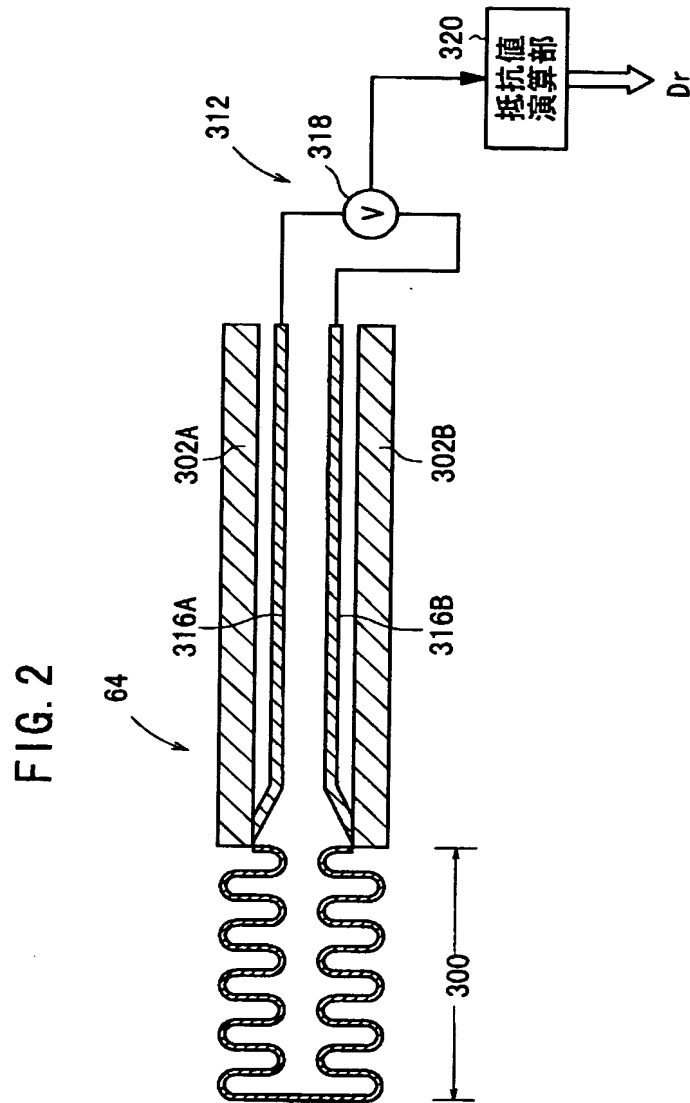
【符号の説明】

| | |
|--------------------------------|------------------|
| 1 0 … ガスセンサ | 6 4 … ヒータ |
| 2 0 0 … 基体 | 3 1 0 … ヒータ制御系 |
| 3 1 2 … 抵抗検出回路 | 3 1 4 … ヒータ制御回路 |
| 3 1 6 A、3 1 6 B … 電圧検出用リード | |
| 3 3 0、3 3 0 A、3 3 0 B … 制御切換回路 | |
| 3 3 2 … パワートランジスタ | 3 3 4 … パルス幅変調回路 |

【書類名】 図面
【図 1】

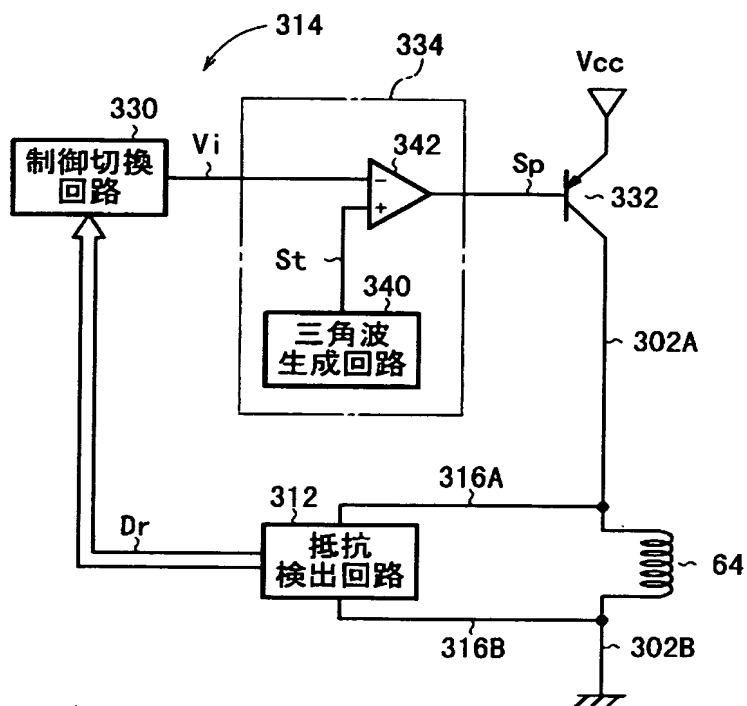


【図 2】



【図 3】

FIG. 3



【図 4】

FIG. 4A

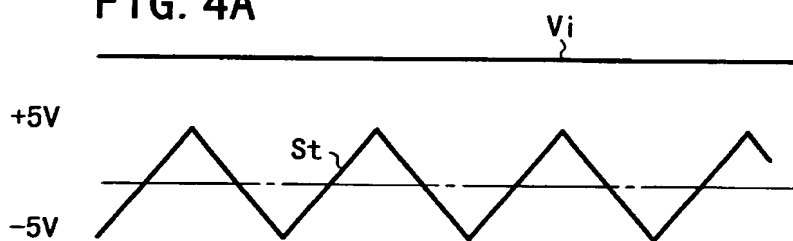
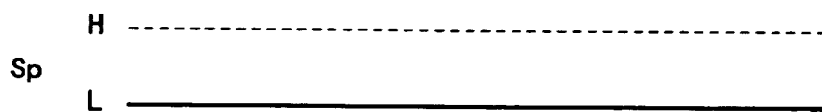


FIG. 4B



【図 5】

FIG. 5A

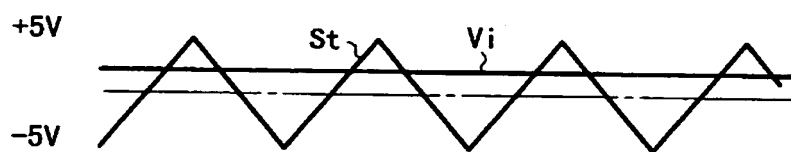


FIG. 5B



【図 6】

FIG. 6A

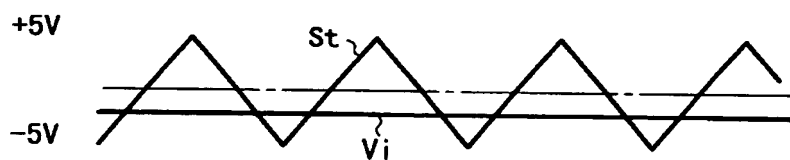


FIG. 6B



【図 7】

FIG. 7A

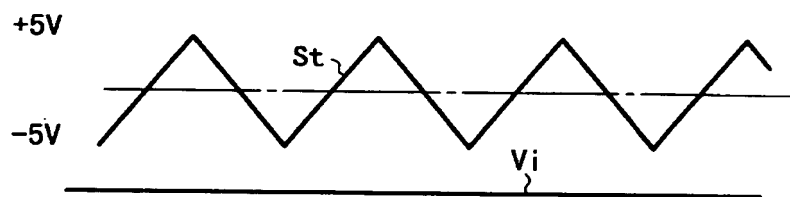
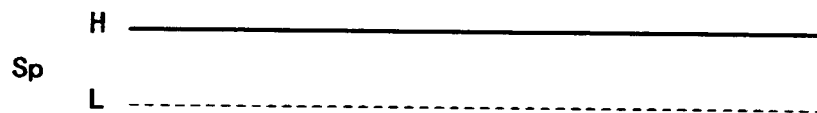
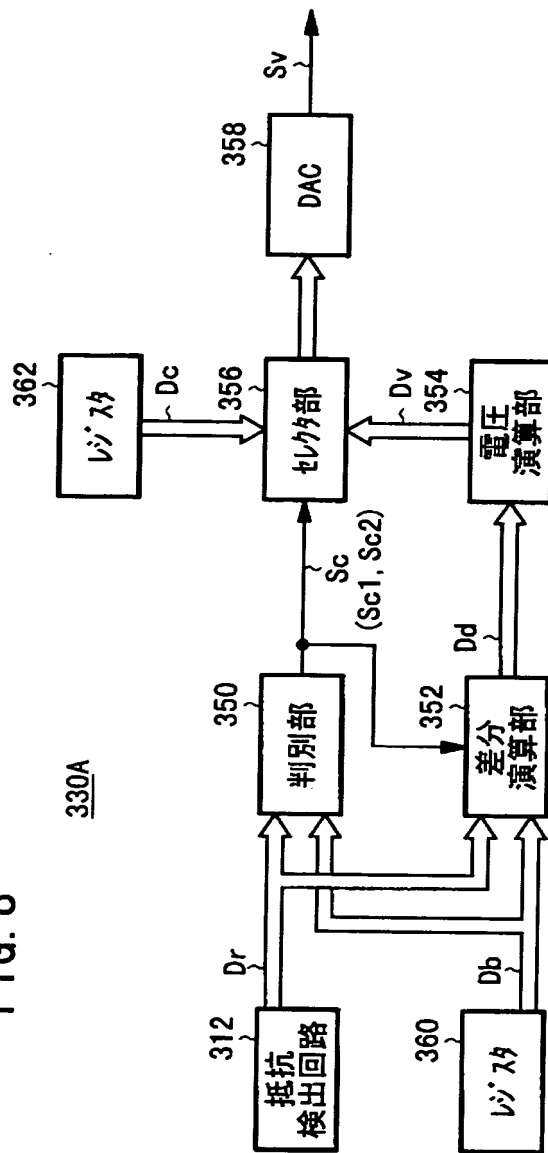


FIG. 7B



【図 8】

FIG. 8



【図9】

FIG. 9A

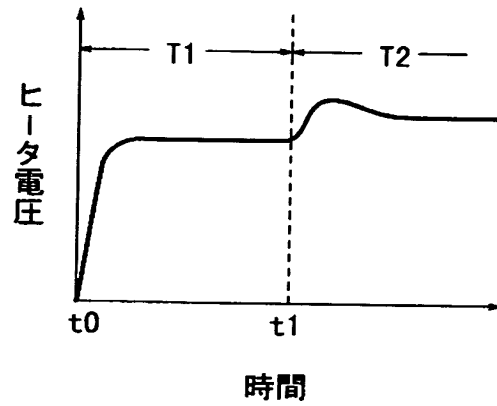
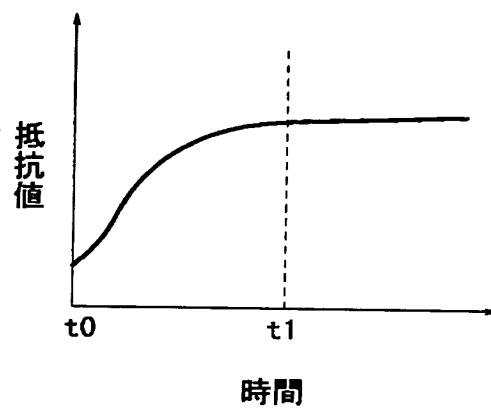
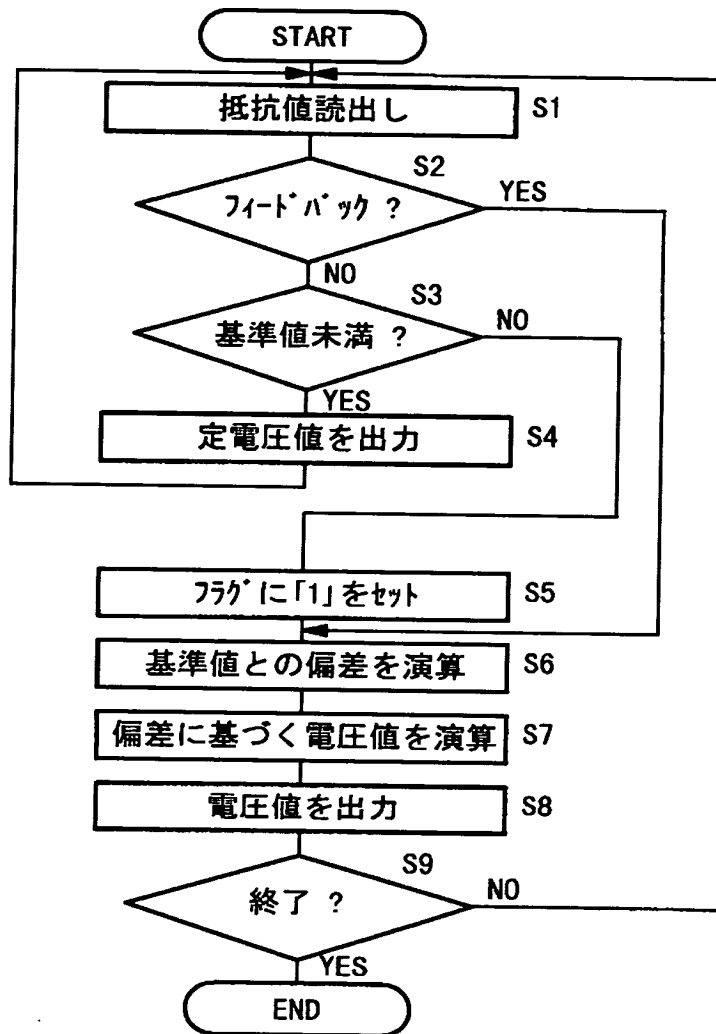


FIG. 9B

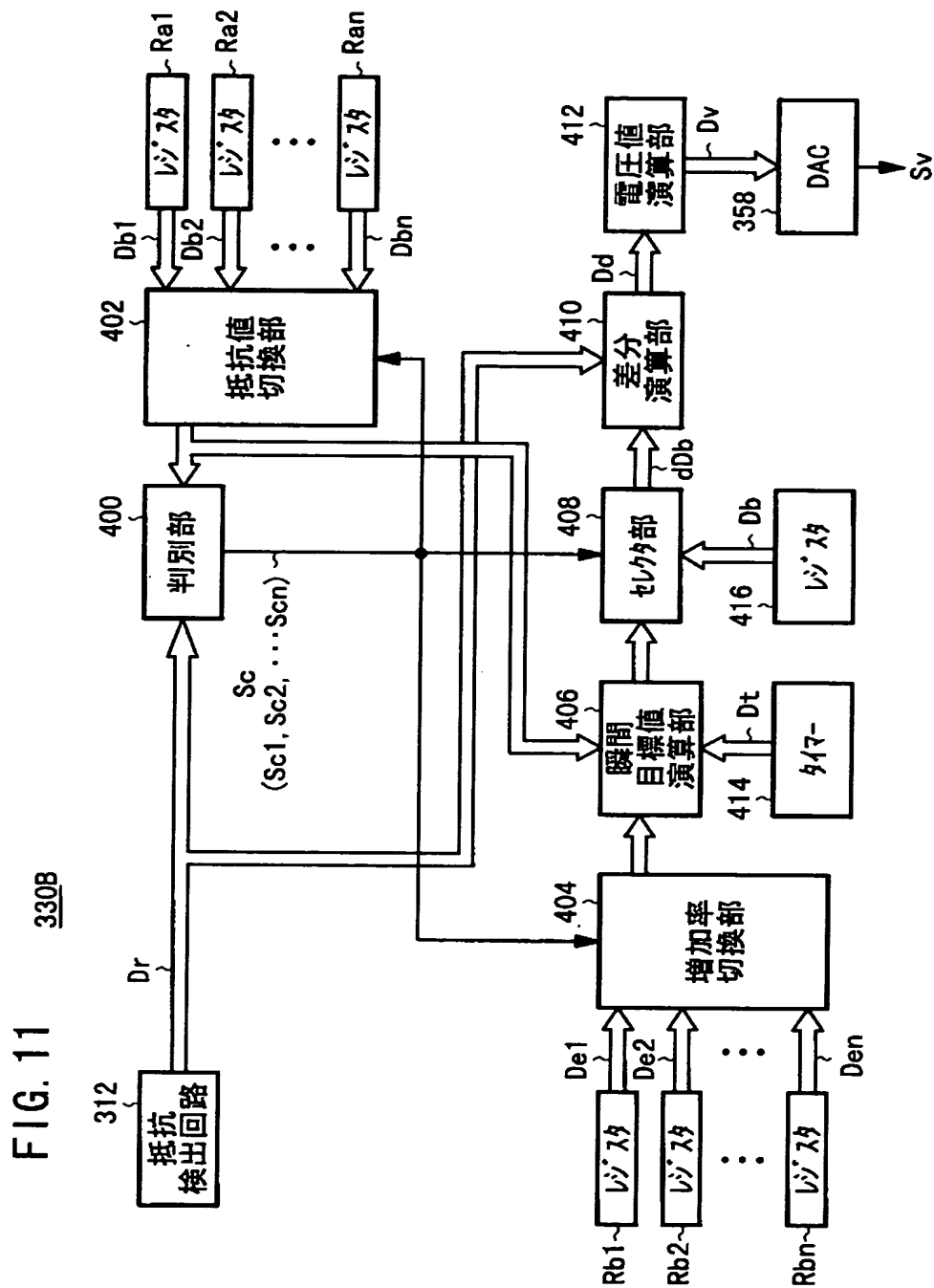


【図10】

FIG. 10

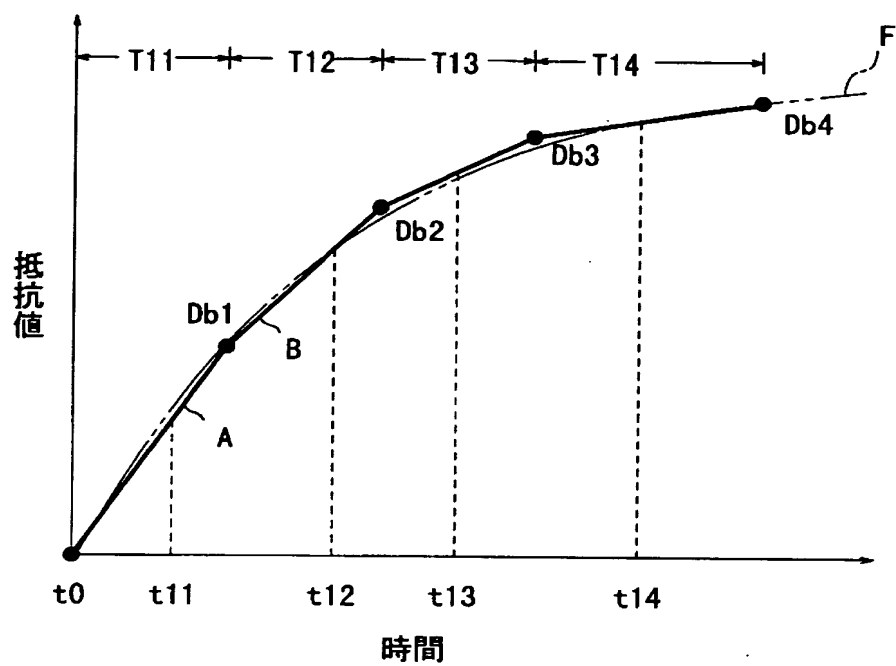


【図 11】



【図 1 2】

FIG. 12



【図 1 3】

FIG. 13A

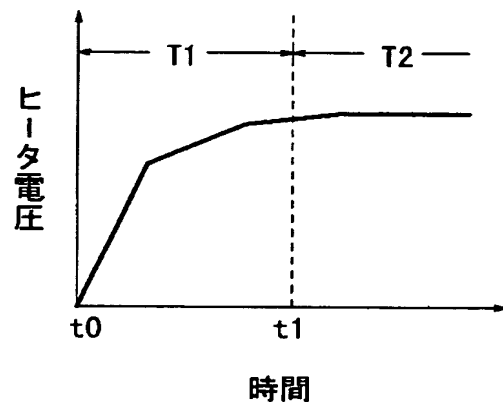
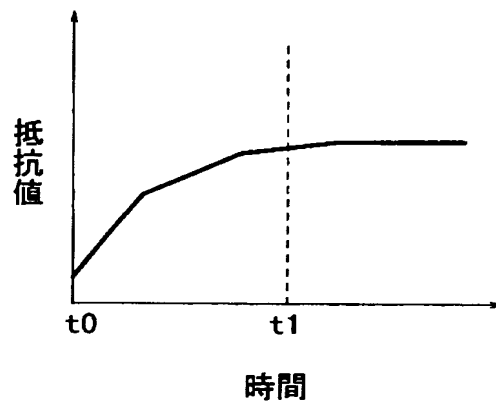
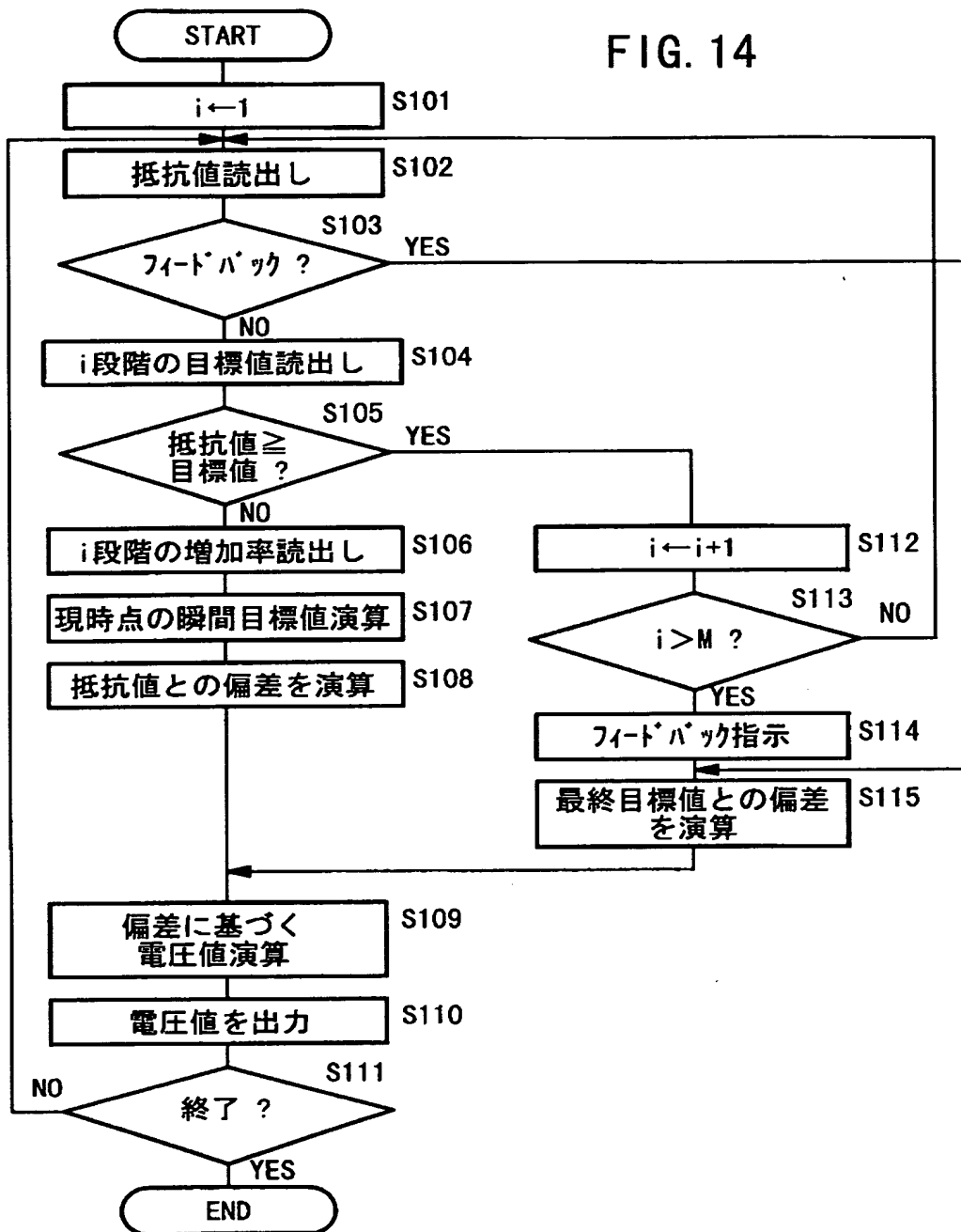


FIG. 13B



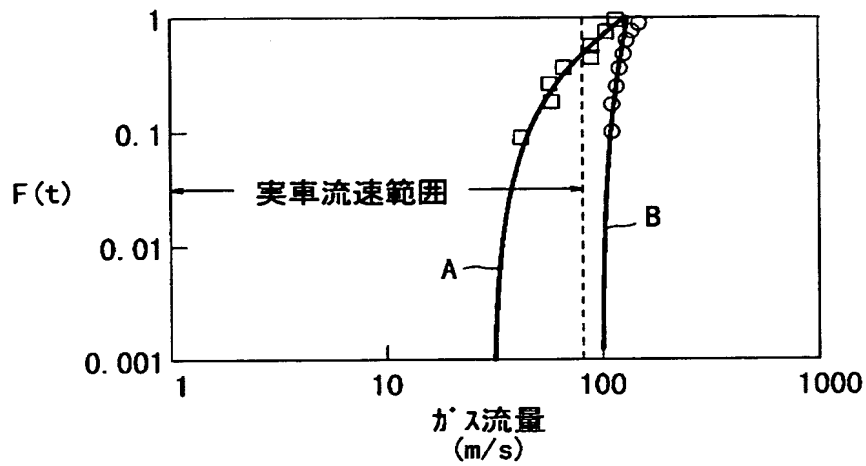
【図 14】

FIG. 14



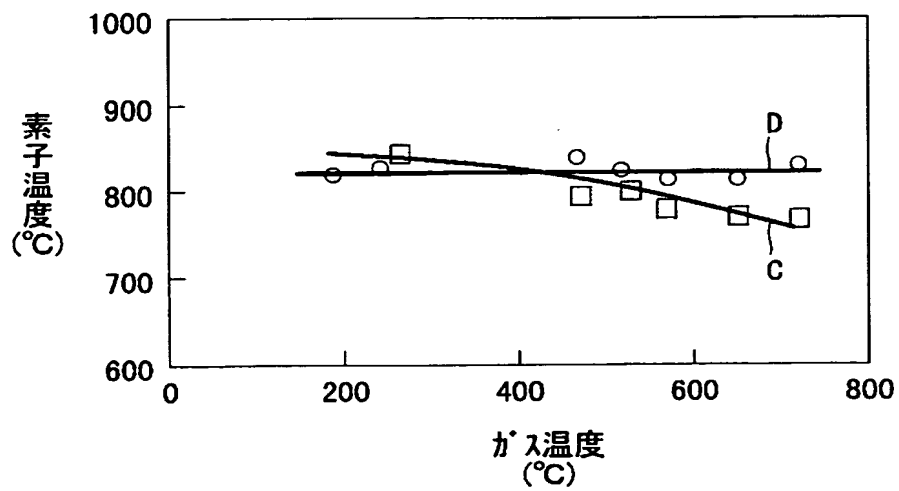
【図 15】

FIG. 15



【図 16】

FIG. 16



【書類名】要約書

【要約】

【課題】ヒータに対するフィードバック制御に入った瞬間に基体の温度が急激に上昇するという現象を回避する。

【解決手段】ヒータの加熱開始時点 t_0 からヒータ発熱部の抵抗値が基準値以上となるまでの期間 T_1 においては、前記ヒータに対して、増加率を多段階に切り換えながら制御を行う。この増加率の多段階の切換え制御によって、ヒータ発熱部の温度が徐々に上がり、該温度に応じて抵抗値が上昇することとなる。そして、ヒータ発熱部の抵抗値が一旦基準値以上となった時点 t_1 からそれ以降の期間 T_2 において、前記基準値を目標値とするフィードバック制御を行う。

【選択図】図 1 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004064]

| | |
|----------|--------------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月24日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 |
| 氏 名 | 日本碍子株式会社 |